

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



EP0318271

REC'D 28 AUG 2003
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 35 275.5

Anmeldetag: 02. August 2002

Anmelder/Inhaber: Hydac Filtertechnik GmbH, Sulzbach, Saar/DE

Bezeichnung: Filterelement und Verfahren zu dessen Herstellung

IPC: B 01 D 29/21

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Klostermeyer

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BARTELS und Partner · Patentanwälte · Lange Straße 51 · D-70174 Stuttgart

Telefon +49 - (0) 711 - 22 10 91
Telefax +49 - (0) 711 - 2 26 87 80
E-Mail: office@patent-bartels.de

BARTELS, Martin Dipl.-Ing.
CRAZZOLARA, Helmut Dr.-Ing. Dipl.-Ing.

4. Juli 2002/4811

Hydac Filtertechnik GmbH, Industriegebiet
D-66280 Sulzbach/Saar

Filterelement und Verfahren zu dessen Herstellung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Filterelement mit einem an seiner Außenseite an einem fluiddurchlässigen Stützrohr anliegenden Filterzylinder, der von seiner Innenseite her von dem zu filternden Fluid durchströmbar und aus einer Filtermattenbahn gebildet ist, die eine Folge von zumindest 5 bereichsweise aneinander anliegenden Falten aufweist und deren beide Enden an einer Verbindungsstelle zur Bildung eines Ringkörpers miteinander verbunden sind. Außerdem bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Filterelementes.

10 Filterelemente der vorstehend genannten Art sind handelsüblich und finden beispielsweise bei Hydraulikanlagen in von Hydraulikölen durchströmten Systemzweigen verbreitete Anwendung. Die bekannten Filterelemente sind hinsichtlich ihrer Betriebssicherheit und der Stabilität des für die Filterleistung maßgebenden Betawertes nicht völlig zufriedenstellend. Insbesondere 15 bei hohen Durchflußleistungen besteht die Gefahr, dass es an der Verbindungsstelle, an der die Enden der Filtermattenbahn zu dem den Filterzylinder bildenden Ringkörper vereinigt sind, zu Verformungen oder Beschädigungen aufgrund des Fluid-Differenzdruckes kommt, der an der Verbindungsstelle wirksam ist. Solche Beeinträchtigungen und/oder Verformungen

der Falten im Bereich der Verbindungsstelle sind hier mit dem allgemeinen Ausdruck „Beulen der Falten“ bezeichnet.

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Filterelement zu schaffen,
- 5 das sich gegenüber dem Stand der Technik durch eine verbesserte Betriebs-
sicherheit und bessere Betawertstabilität, selbst bei hohen Durchflußlei-
stungen, auszeichnet.

- Bei einem Filterelement der eingangs genannten Art ist diese Aufgabe durch
- 10 eine an der Verbindungsstelle wirksame Anordnung zum Verhindern eines
durch Einwirkung der Strömung des Fluides verursachten Beulens der Fal-
ten im Bereich der Verbindungsstelle gelöst.

- Dadurch, dass erfindungsgemäß an der Verbindungsstelle der Enden der
- 15 Filtermattenbahn besondere Schutzvorkehrungen getroffen sind, die ein
Beulen der Falten in diesem Bereich verhindern, ergibt sich selbst bei ho-
hen Durchflußleistungen und entsprechend hohen Fluid-Differenzdrücken,
die im Bereich der Verbindungsstelle wirksam sind, die erstrebte Verbesse-
rung der Betriebssicherheit.

- 20 Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die das Beulen im Bereich
der Verbindungsstelle verhindernde Anordnung dadurch gebildet, dass die
jeweils endseitigen Falten der Filtermattenbahn längs derjenigen Endräder
miteinander vereinigt sind, die der Innenseite des zu bildenden Ringkörpers
25 zugewandt sind, so dass die beiden, an die Verbindungsstelle angrenzen-
den Falten mit ihren Gipfeln am Ringkörper außen gelegen und dem Stütz-
rohr zugewandt sind. Dadurch, dass hierbei die Verbindungsstelle, also die
Schweißnaht oder Klebestelle, mittels deren der den Filterzylinder bildende
Ringkörper geschlossen ist, am Filterzylinder innenliegend gelegen ist, ist

die Verbindungsstelle beidseitig durch die angrenzenden Falten, die mit ihren Gipfeln am Ringkörper außen gelegen sind, am Stützrohr abgestützt. Die Verbindungsstelle bildet bei dieser Anordnung keine Schwachstelle gegenüber den aufgrund des im Betrieb anliegenden Differenzdruckes wirk-
5 samen Kräften.

Vorzugsweise ist die Filtermattenbahn durch einen flexiblen Mattenaufbau aus metallfreien, kunststoffgestützten Filtermatten gebildet, wobei die Ver-
bindung der Enden der Filtermattenbahn, wodurch ein geschlossener Ring-
10 körper gebildet wird, durch eine Schweißnaht hergestellt ist. Um eine ein-
fache und rationelle Fertigung zu ermöglichen, muß der Schweißvorgang
an der Außenseite des Ringkörpers durchgeführt werden, was bedeutet,
dass die Verbindungsstelle an der Außenseite des Filterzylinders gelegen ist,
so dass, wie oben erwähnt, die Schweißnaht im Betrieb eine Schwachstelle
15 des Filterzylinders bilden würde.

Um dem Rechnung zu tragen, sieht die Erfindung gemäß einem besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiel vor, dass die flexible Filtermattenbahn derart dimensioniert ist, dass der Ringkörper nach Ausbildung einer außen-
20 liegenden Schweißnaht umwendbar ist, so dass die Schweißnaht am ge-
wendeten, nunmehr gebrauchsfertigen Ringkörper innenliegend ist.

Trotz der einfachen Herstellungsweise, nämlich der Bildung einer Schweiß-
naht an der Außenseite, ist der den Filterzylinder bildende Ringkörper da-
her nach dem Umwenden in erstrebter Weise gegen Beulen im Bereich der
jetzt innenliegenden Schweißnaht geschützt.
25

Anstelle des durch die innenliegende Lageanordnung der Verbindungsstelle gebildeten Schutzes gegen Beulen oder zusätzlich hierzu kann erfindungs-

gemäß die das Beulen im Bereich der Verbindungsstelle verhindernde Anordnung eine Haltevorrichtung aufweisen, die Halteteile besitzt, welche die an die Verbindungsstelle beidseits angrenzenden Falten des Ringkörpers an deren von der Verbindungsstelle abgekehrten Flanken übergreifen. Dadurch ergibt sich eine besonders sichere Abstützung der Falten im Bereich der Verbindungsstelle.

Die Halteteile der Haltevorrichtung können durch Haltenasen gebildet sein, die an der Innenseite des Stützrohres radial nach innen vorspringend ausgebildet sind.

Alternativ können die Halteteile durch die Schenkel eines Klammerelementes U-förmigen Querschnittes gebildet sein, das auf die an die Verbindungsstelle des Ringkörpers angrenzenden Falten aufsteckbar ist.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein zur Herstellung des erfindungsgemäßigen Filterelementes vorgesehenes Verfahren, das die Merkmale des Anspruches 10 aufweist.

Nachstehend ist die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen im einzelnen erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Draufsicht eines als Filterzylinder für ein erfindungsgemäßiges Filterelement vorgesehenen Ringkörpers in teilgefertigtem Zustand, wobei eine von außen her gebildete Schweißnaht am Ringkörper außenliegend ist;
- Fig. 2 eine der Fig. 1 ähnliche Draufsicht des den Filterzylinder bildenden Ringkörpers im Fertigzustand, d. h. mit nach dem Umwenden innerliegend befindlicher Schweißnaht;

- Fig. 3 eine perspektivische Darstellung des Ringkörpers von Fig. 2;
- Fig. 4 eine perspektivische Darstellung der im Zuge des Umwendens des Ringkörpers von Fig. 1 gebildeten Filterscheibe;
- Fig. 5 eine stark vergrößert gezeichnete Darstellung eines Faltenabschnittes des Ringkörpers mit Angaben zur Dimensionierung;
- Fig. 6 einen Querschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Filterelementes;
- Fig. 7 eine perspektivische Ansicht des Stützrohres des Ausführungsbeispiels von Fig. 6 ohne darin befindlichen Filterzylinder und
- 10 • Fig. 8 eine perspektivisch und außenanadergezogen gezeichnete Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels des Filterelementes.

Es wird auf Fig. 1 bis 5 Bezug genommen, die ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Filterelementes verdeutlichen, von dem in diesen Fig. das in üblicher Weise gestaltete Stützrohr nicht gezeigt ist, das im Fertigzustand den Filterzylinder umgibt, welcher als Ganzes mit 1 bezeichnet und in der in Fig. 2 und 3 gezeigten Form im nicht gezeigten Stützrohr aufgenommen ist. Im Betrieb wird der Ringkörper von seinem in Fig. 2 mit 3 bezeichneten Innenraum her von dem zu filternden Fluid durchströmt, d. h. die Reinseite der das erfindungsgemäße Filterelement aufweisenden, nicht näher dargestellten Filtervorrichtung befindet sich an der Außenseite des den Ringkörper 1 umgebenden Stützrohres.

Wie aus den Fig. ersichtlich, ist der Ringkörper 1 aus einer gefalteten Filtermattenbahn gebildet, die zur Bildung eines geschlossenen Ringes an ihren beiden Enden vereinigt ist, wobei die Verbindungsstelle durch eine Schweißnaht 5 ausgeführt ist. Bei den hier beschriebenen Ausführungsbeispielen ist die Filtermattenbahn durch einen flexiblen Mattenaufbau mit Rückstelleigenschaften gebildet, genauer gesagt aus metallfreien, kunststoff-

gestützten Filtermatten, die zur Herstellung des Ringkörpers 1 mit längs verlaufender Schweißnaht 5 verschweißbar sind.

- Vorzugsweise ist ein sechslagiger Aufbau der Filtermattenbahn vorgesehen,
- 5 die in Aufeinanderfolge folgende Lagen aufweist: eine äußere Abstützung, ein Schutzvlies, eine Vorfilterlage, eine Hauptfilterlage, ein Stützvlies und eine innere Abstützung. Für die äußere Abstützung kommen ein Polyamidgitter oder ein Polyesterergewebe in Frage. Als Schutzvlies kann ein Polyestermaterial vorgesehen sein. Für die Vorfilterlage kommen ein Glasfaser-
- 10 material, vorzugsweise in hinsichtlich der Dicke und des Flächengewichtes reduzierter Form, oder Meltblown in Frage. Die Hauptfilterlage kann in ähnlicher Weise ein Glasfasermaterial sein, das gegebenenfalls imprägniert ist, oder Meltblown. Als Stützvlies kann wiederum ein Polyester- oder Poly-
- 15 amidmaterial Verwendung finden oder ein Viskosevlies oder ein Polyamid mit Meltblown. Die innere Abstützung kann in ähnlicher Weise wie die äußere Abstützung als Gitter- oder Gewebestruktur auf Polyamid- oder Polyesterbasis ausgeführt sein.

- Wie der Vergleich der Fig. 1 bis 4 zeigt, ist durch Umwenden des Ringkörpers 1 aus dem in Fig. 1 gezeigten Anfangszustand, bei dem die Schweißnaht 5 außenliegend ist, d. h. durch eine von außen her gefertigte Längsnaht gebildet ist, diese Schweißnaht 5 bei den in Fig. 2 und 3 gezeigten Fertigzustand nach innen verlagert. Während sich bei dem Zustand von Fig. 1 mit außenliegender Schweißnaht 5 am Außenrand des Ringkörpers 1 eine Lücke 7 ergibt, in deren Bereich keine Berührung der Gipfel 11 der an die Schweißnaht 5 beidseits unmittelbar angrenzenden Falten 9 mit dem umgebenden Stützrohr (nicht dargestellt) erfolgt, sind bei dem in Fig. 2 und 3 gezeigten, umgewendeten Zustand die Gipfel 11 der unmittelbar an die

Schweißnaht 5 angrenzenden Falten 9 außenliegend angeordnet, siehe Fig. 2, und somit am Stützrohr anliegend abgestützt.

- Während bei dem Zustand von Fig. 1 bei der im Betrieb herrschenden
- 5 Druckdifferenz die Gefahr des Beulens im Bereich der Schweißnaht 5 besteht, die durch Durckkräfte radial nach außen bewegbar ist, wobei an der Schweißnaht 5 Zugkräfte im Sinne des Aufreißen der Naht wirksam sind, ist bei dem in Fig. 2 und 3 gezeigten, gewendeten Zustand weder ein Beulen durch Radialbewegung der Schweißnaht 5 möglich, da die angrenzenden Faltengipfel 11 abgestützt sind, noch ist die Schweißnaht 5 durch trennend wirkende Druckkräfte belastet.

- Fig. 4 und 5 dienen zur Verdeutlichung der Ausbildung und Dimensionierung der den Ringkörper 1 bildenden Filtermattenbahn, d. h. einer Ausbildung, die das Wenden des Ringkörpers ermöglicht. Die maximale Länge des Ringkörpers, die, wenn er aus einem flexiblen Faltenaufbau gebildet ist, ein Umwenden gestattet, ist abhängig von der Faltenanzahl, der Faltenhöhe, der Materialstärke des Mattenaufbaus und den Faltendicken des Ringkörpers. In Fig. 4 sind Außen- und Innendurchmesser des Scheibenköpers 13 verdeutlicht, wie er sich im Zuge des Umwendens des Ringkörpers 1 vorübergehend ergibt. Fig. 5 verdeutlicht die Dimensionierung der Falten 9 sowohl hinsichtlich Materialstärke als auch Faltengröße.

- Anhand der in Fig. 4 und 5 gezeichneten Parameter lässt sich die maximale Länge des Ringkörpers wie folgt herleiten:

$$F_{Anz} = \text{Faltenanzahl}$$

$$F_H = \text{Faltenhöhe}$$

$$F_D = \text{Faltendicke}$$

- M = Materialstärke des Mattenaufbaus
 L_M = gestreckte Länge der Filterbahn
 $L_{M_{\max}}$ = maximale gestreckte Länge der Filterbahn
 $D_{a_{\max}}$ = maximaler Außendurchmesser der Filterscheibe
 5 D_i = Innendurchmesser der Filterscheibe
 L_{\max} = maximale Länge des Filterzylinders

$$1) \quad L_M = 2 * F_{Anz} * \left(F_H - 2 * M + \frac{\pi * M}{2} \right)$$

$$10 \quad 2) \quad D_{a_{\max}} = D_i + 2 * L_{\max}$$

$$3) \quad L_{\max} = \frac{D_{a_{\max}} - D_i}{2}$$

$$4) \quad D_{i2} = \frac{F_{Anz} * F_D}{\pi}$$

15

$$5) \quad L_{M_{\max}} = D_{a_{\max}} * \pi$$

$$6) \quad D_{a_{\max}} = \frac{L_{M_{\max}}}{\pi}$$

$$20 \quad 7) \quad D_{a_{\max}} = D_i + 2 * L_{\max}$$

$$8) \quad L_{\max} = \frac{D_{a_{\max}} - D_i}{2}$$

$$9) \quad L_{\max} = \frac{\frac{L_{M_{\max}} - D_i}{\pi}}{2} \quad 8) \text{ mit 6)}$$

$$10) \quad L_{\max} = \frac{L_{M_{\max}} - F_{Anz} * F_D}{2 * \pi} \quad 9) \text{ mit 4)}$$

5

$$11) \quad L_{\max} = \frac{F_{Anz} * \left(F_H - 2 * M + \frac{\pi * M}{2} - \frac{F_D}{2} \right)}{\pi} \quad 10) \text{ mit 1)}$$

Fig. 6 und 7 verdeutlichen ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Filterelementes, wobei im Unterschied zum vorausgehenden Beispiel auch das den Filterzylinder umgebende Stützrohr 15 gezeigt ist, das in Fig. 7 gesondert, d. h. ohne eingesetzten Filterzylinder, dargestellt ist. Wie aus Fig. 7 deutlich zu ersehen ist, weist das Stützrohr 15, das aus Kunststoff spritzgeformt ist, an der Außenseite, welche bei einer betreffenden Filtervorrichtung an die Reinseite angrenzt, längsverlaufende Leisten 17 auf, die durch Ringsegmente bildende Stege 19 verbunden sind, zwischen denen sich Fenster 21 als Fluide durchlässe befinden. Wie aus Fig. 6 entnehmbar ist, ist bei in das Stützrohr 15 eingesetztem Filterzylinder der Schweißnaht 5 beidseits benachbarte Bereich durch eine Haltevorrichtung gesichert, die Haltenasen 23 und 25 aufweist, welche diejenigen Falten des Ringkörpers, welche der Schweißnaht 5 beidseits benachbart sind, an ihren von der Schweißnaht 5 abgekehrten Flanken übergreift, siehe Fig. 6.

Wie insbesondere aus Fig. 7 zu entnehmen ist, sind die Haltenasen 23 und 25 an der Innenseite des Stützrohrs 5 einstückig angeformt, wobei eine Haltenase 23 entlang einer Leiste 17 des Stützkörpers durchgehend ausge-

bildet ist, während auf der anderen Seite geteilte Haltenasen 25 vorgesehen sind, zwischen denen sich Zwischenräume 27 entsprechend den die Fluiddurchlässe bildenden Fenstern 21 befinden. Bei der durch die Haltenasen 23 und 25 gebildeten Einfassung des Bereiches der Schweißnaht 5 ergibt
5 sich eine wirksame Sicherung gegen die Gefahr des Beulens im Verbindungsstellenbereich.

Fig. 8 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel mit einem Stützrohr 15 ohne innere Haltenasen 23 und 25. Anstelle der Einfassung des Bereiches der
10 Verbindungsstelle, d. h. der Schweißnaht 5, ist bei diesem Ausführungsbeispiel eine Haltevorrichtung mit einem metallischen Klemmerelement 31 U-förmigen Querschnittes vorgesehen, das auf die der Schweißnaht 5 abgekehrten Flanken der an die Schweißnaht 5 angrenzenden Falten aufsteckbar ist und in seiner Haltewirkung den Haltenasen 23 und 25 des vorausgehenden
15 Ausführungsbeispiels im wesentlichen entspricht.

Zusätzlich ist bei dem in Fig. 8 gezeigten Beispiel der Ringkörper 1 zu dem in Fig. 2 gezeigten Zustand umgewendet, so dass die Schweißnaht 5 innenliegend ist und die an diese angrenzenden Falten mit ihren Gipfeln 9 unmittelbar am Stützrohr 15 abgestützt sind. Dieses Ausführungsbeispiel ist daher
20 im Bereich der Schweißnaht 5 gegen Beulen auf zweifache Weise gesichert.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Filterelement mit einem an seiner Außenseite an einem fluiddurchlässigen Stützrohr (15) anliegenden Filterzylinder, der von seiner Innenseite
5 (3) her von dem zu filternden Fluid durchströmbar und aus einer Filtermattenbahn gebildet ist, die eine Folge von zumindest bereichsweise aneinander anliegenden Falten (9) aufweist und deren beide Enden an einer Verbindungsstelle (5) zur Bildung eines Ringkörpers (1) miteinander verbunden sind, gekennzeichnet durch eine an der Verbindungsstelle (5) wirksame Anordnung zum Verhindern eines durch Einwirkung der Strömung des Fluides verursachten Beulens der Falten (9) im Bereich der Verbindungsstelle (5).
- 10 2. Filterelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ein Beulen im Bereich der Verbindungsstelle (5) verhindernde Anordnung dadurch gebildet ist, dass die jeweils endseitigen Falten (9) der Filtermattenbahn längs derjenigen Endränder miteinander vereinigt sind, die der Innenseite (3) des zu bildenden Ringkörpers (1) zugewandt sind, so dass die beiden, an die Verbindungsstelle (5) angrenzenden Falten (9)
15 20 mit ihren Gipfeln (11) am Ringkörper (1) außen gelegen und dem Stützrohr (15) zugewandt sind.
- 25 3. Filterelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtermattenbahn durch einen flexiblen Mattenaufbau aus metallfreien, kunststoffgestützten Filtermatten gebildet ist.
4. Filterelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung der Enden der Filtermattenbahn durch eine Schweißnaht (5) gebildet ist.

5. Filterelement nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet,
dass die flexible Filtermattenbahn derart dimensioniert ist, dass der
Ringkörper (1) nach Ausbildung einer außenliegenden, die Enden der
Filtermattenbahn verbindenden Schweißnaht (5) umwendbar ist, so
dass die Schweißnaht (5) am gewendeten Ringkörper (1) innenliegend
ist.
- 10 6. Filterelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekenn-
zeichnet, dass die ein Beulen im Bereich der Verbindungsstelle (5) ver-
hindernde Anordnung eine Haltevorrichtung aufweist, die Halteteile
(23,25) besitzt, welche die der Verbindungsstelle (5) beidseits benach-
barten Falten (9) des Ringkörpers (1) an deren von der Verbindungsstel-
le (5) abgekehrten Flanken übergreifen.
- 15 7. Filterelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Hal-
teteile der Haltevorrichtung durch Haltenasen (23,25) gebildet sind,
die an der Innenseite des Stützrohres (15) radial nach innen vorspring-
gend ausgebildet sind.
- 20 8. Filterelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das
Stützrohr (15) als spritzgepreßtes Kunststoffteil mit daran einstückig ge-
formten Haltenasen (23,25) der Haltevorrichtung ausgebildet ist.
- 25 9. Filterelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Hal-
teteile durch die Schenkel eines Klammerelementes (31) U-förmigen
Querschnittes gebildet sind, das auf die an die Verbindungsstelle (5)
des Ringkörpers (1) angrenzenden Falten (9) aufsteckbar ist.

10. Verfahren zum Herstellen eines Filterelementes nach einem der vor-
ausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein an seiner
Außenseite an einem fluiddurchlässigen Stützrohr (15) anliegender Fil-
terzylinder gebildet wird, indem eine eine Folge von zumindest be-
reichsweise aneinander anliegender Falten (9) aufweisende, flexible Fil-
termattenbahn an ihren Endrändern zur Bildung eines Ringkörpers (1)
vereinigt und längs einer am Ringkörper (1) außen liegenden Verbin-
dungsstelle (5) verbunden wird, und dass der gebildete Ringkörper (1)
umgewendet wird, so dass die Verbindungsstelle (5) an ihm innenlie-
gend ist.

Z u s a m e n f a s s u n g

1. Filterelement und Verfahren zu dessen Herstellung
- 5 2. Bei einem Filterelement mit einem an seiner Außenseite an einem fluid-durchlässigen Stützrohr 15 anliegenden Filterzylinder, der von seiner Innenseite 3 her von dem zu filternden Fluid durchströmbar und aus einer Filtermattenbahn gebildet ist, die eine Folge von zumindest be-reichsweise aneinander anliegenden Falten 9 aufweist und deren beide Enden an einer Verbindungsstelle 5 zur Bildung eines Ringkörpers 1 miteinander verbunden sind, ist eine an der Verbindungsstelle 5 wirk-same Anordnung zum Verhindern eines durch Einwirkung der Strömung des Fluides verursachten Beulens der Falten 9 im Bereich der Verbin-dungsstelle 5 vorgesehen.
- 10
- 15 3. Fig. 2

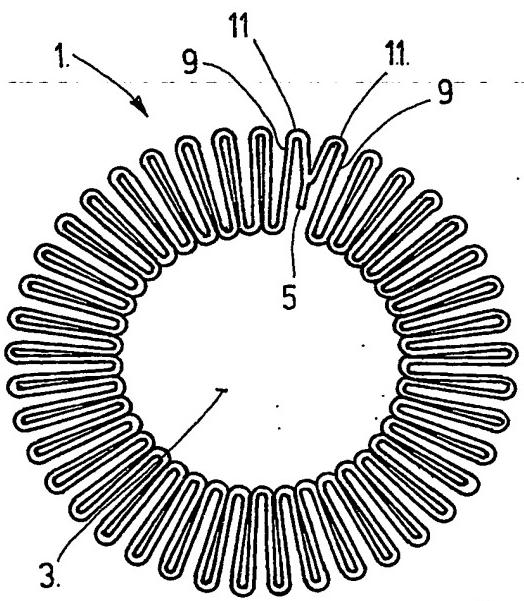


Fig.2

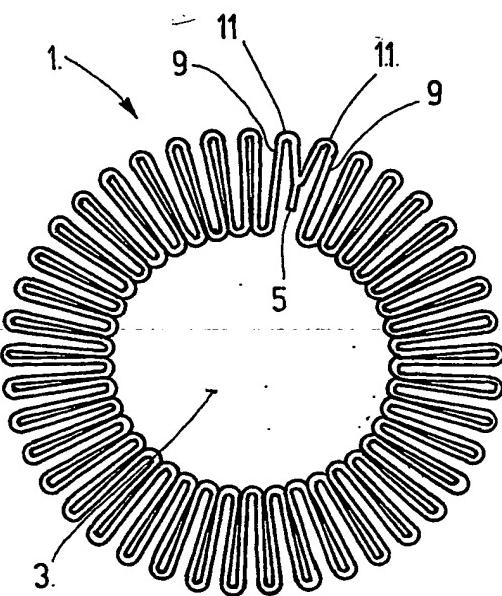


Fig.2

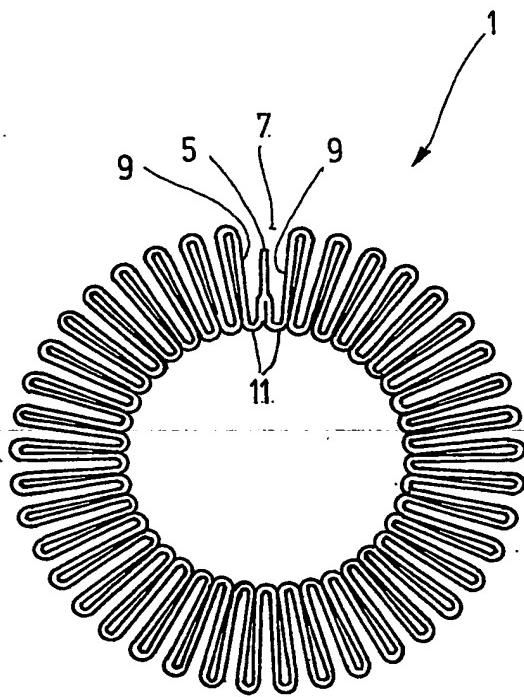


Fig.1

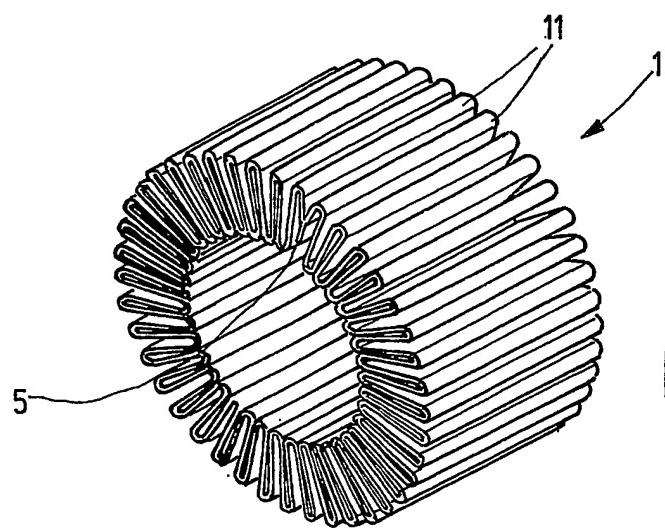


Fig.3

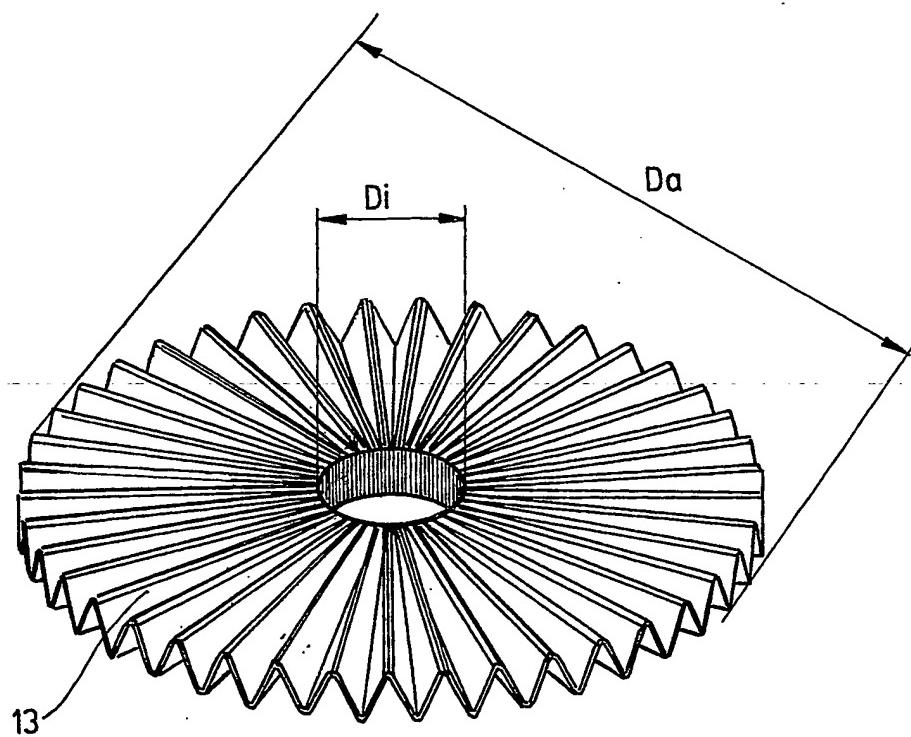


Fig.4

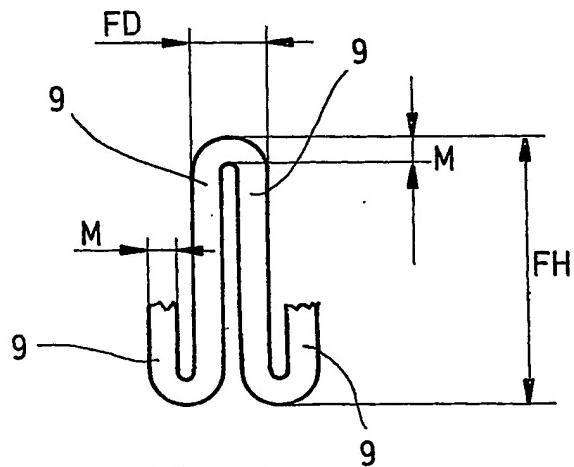


Fig.5

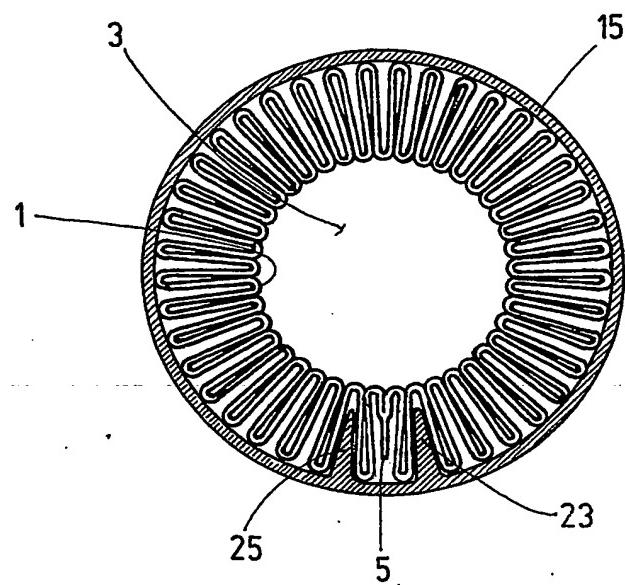


Fig.6

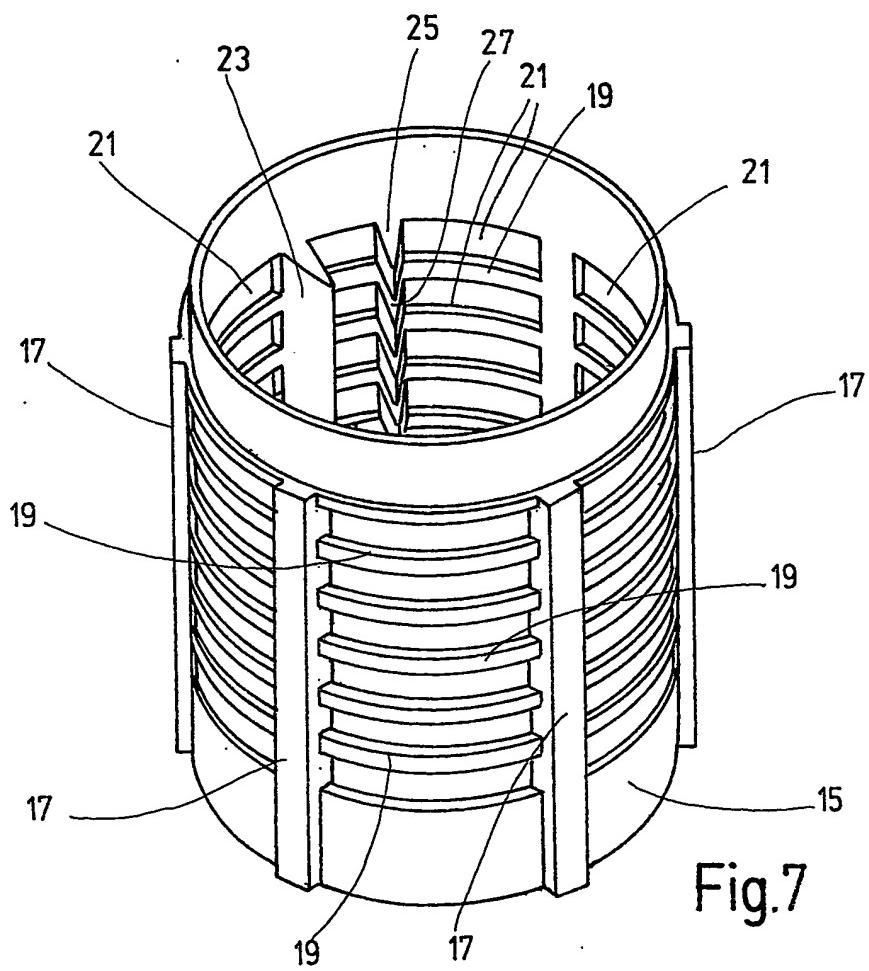


Fig.7

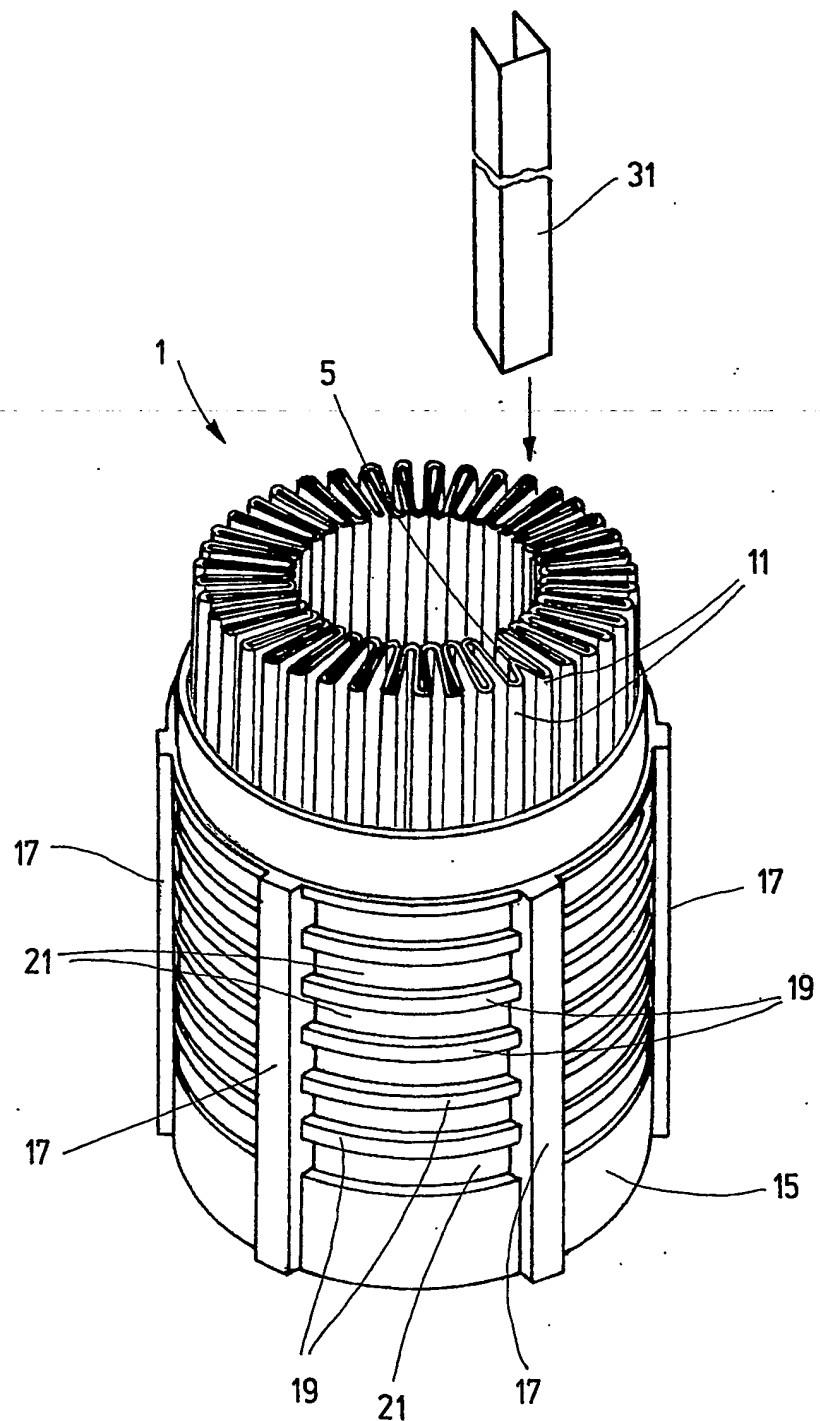


Fig.8